

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2014

Tomáš Vašíček

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

2014

Tomáš Vašíček

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Vašíček**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**
Individual Professional Practice in the Company

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: OEZ s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vede odbornou praxi studenta.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Kačor, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2013

Datum odevzdání: 07.05.2014



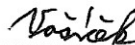

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry


prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 7. 5. 2014




.....
Tomáš Vašíček

Prohlášení zástupce spolupracující právnické osoby

„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava.“

V Letohradě 7. 5. 2014



.....
Ing. Jiří Polák

OEZ®

OEZ s. r. o.
Šedivská 339, Letohrad 561 51
Česká republika
IČO: 49810146, DIČ: CZ49810146
25

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval firmě OEZ s. r. o. za to, že mi umožnila vykonat odbornou praxi. Za spolupráci, teoretické a hlavně praktické rady bych chtěl poděkovat všem zaměstnancům OEZ s. r. o., se kterými jsem měl možnost spolupracovat. Jmenovitě bych chtěl poděkovat zvláště Petru Hanákovi, Ing. Karlu Minaříkovi a Ing. Petru Středovi. Děkuji také konzultantovi bakalářské práce Ing. Jiřímu Polákovi za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této práce. Dále děkuji Ing. Petru Kačorovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce. V neposlední řadě bych rád poděkovat svojí rodině za podporu během celého studia.

Abstrakt

Tato práce popisuje absolvování individuální odborné praxe na zkušebně ve společnosti O EZ s.r.o. Práce popisuje základní zkoušky a měření prováděná na motorových pohonech. V úvodní části je představena společnost O EZ a její produktové portfolio. Dále je zde popsána zkušebna - její účel, technické možnosti a její jednotlivá oddělení. První dvě kapitoly popisují elektrické zkoušky s využitím programovatelného digitálního relé. Ve třetí kapitole jsou rozebrány 2 základní zkoušky elektrické pevnosti. Následující část práce popisuje měřicí metody drah a stanovení nejistot měření. Dále je popsáno stanovení účinnosti jednotlivých částí motorového pohonu a celkové účinnosti. Poslední tři kapitoly se zabývají uplatněnými znalostmi získanými studiem na vysoké škole, scházejícími znalostmi a celkovým zhodnocením odborné praxe.

Klíčová slova

motorový pohon, jistič, nejistota měření, účinnost, zkouška, elektrická pevnost, dráha, měření, ztráty

Abstract

This work describes the experience of individual professional practical training in the test room of the company O EZ s.r.o. The work describes the basic tests and measurements performed on engine drives. In the introductory part, the company O EZ and its product portfolio are introduced. Then the test room – its purpose, technical capacities and its individual departments are described. The first two chapters describe electric tests with the use of a programmable digital relay. In the third chapter, basic tests of electric strength are analysed. The following part of the work addresses the measuring methods of trajectories and determination of measurement uncertainties. Furthermore, determination of efficiency of the individual parts and the overall efficiency is described. The last three chapters deal with applied knowledge learned during the university studies, with missing knowledge and with the overall evaluation of the professional practical training.

Key words

motor operator, circuit breaker, uncertainty of measurement, efficiency, check, dielectric strength, way, measurement, losses

Seznam použitých symbolů a zkratek

Veličina	úplný název	fyzikální rozměr
F	síla	[N]
χ	koeficient pro výpočet nejistoty B	[-]
η	účinnost	[%]
I	elektrický proud	[A]
$i(t)$	okamžitá hodnota elektrického proudu v čase t	[A]
φ	úhel otočení	[°]
k_n	korekční koeficient	[-]
M	krouticí moment	[Nm]
p	okamžitý výkon	[W]
σ	směrodatná odchylka	[dle měřené veličiny]
s	dráha	[m]
T	doba chodu motorového pohonu	[s]
t	čas	[s]
U	elektrické napětí	[V]
$U^{(2)}$	rozšířená nejistota	[dle měřené veličiny]
u	standardní nejistota	[dle měřené veličiny]
$u(t)$	okamžitá hodnota elektrického napětí v čase t	[V]
W	mechanická nebo elektrická práce	[J]
ΔW	ztráty	[J nebo %]
x	obecná fyzikální veličina	[dle měřené veličiny]
Δx	absolutní chyba měřicího přístroje	[dle měřené veličiny]

Index	úplný název
A	nejistota typu A
AV	střední hodnota
B	nejistota typu B
C	kombinovaná nejistota
CB	jistič
GB	převodovka
in	vstupní
MO	motorový pohon
MOT	motor
OFF	vypnuto
ON	zapnuto
out	výstupní
pm.	přemost'ovací
PS	elektronický zdroj
r	rozšíření
RW	rohatka
s	dráha
x	obecná fyzikální veličina

Seznam použitých zkratek

Zkratka	úplný název
AC	střídavý proud
ČSN	Česká státní norma
DC	stejnosměrný proud
MO	motorový pohon
PDR	programovatelné digitální relé
RMS	efektivní hodnota

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Student vykonal odbornou praxi ve firmě.....	2
2.1	Popis odborného zaměření firmy	2
2.1.1	Vyráběné produktové řady[2]	2
2.1.2	Výpočtové programy.....	2
2.2	Popis pracovního zařazení.....	2
2.2.1	Zkušebna - její účel a vybavení.....	2
2.2.2	Zkoušky jističů	3
3	Seznam úkolů zadaných studentovi	5
4	Zvolený postup řešení zadaných úkolů	6
4.1	Simulace přerušení napájecího napětí MO.....	6
4.1.1	Základní ovládání MO	6
4.1.2	Cíl zkoušky.....	6
4.1.3	Popis činnosti schématu zapojení.....	6
4.2	Zkouška chování MO na současně přiváděné řídicí signály ON a OFF	7
4.2.1	Příklad 1	8
4.2.2	Příklad 2	8
4.2.3	Popis činnosti schématu (příloha A)	9
4.3	Zkoušky elektrické pevnosti.....	9
4.3.1	Zkouška přiložením zkušebního sinusového napětí 50 Hz	9
4.3.2	Zkouška impulzním výdržným napětím.....	11
4.4	Měření dráhy	13
4.4.1	Účel měření	13
4.4.2	Měření dráhy pomocí výškoměru Mitutoyo.....	13
4.4.3	Měření dráhy pomocí modelu jističe osazeného čidly polohy	14
4.5	Srovnání měřicích metod dráhy pomocí nejistot.....	14
4.5.1	Definice nejistoty	14
4.5.2	Standardní nejistota typu A	15
4.5.3	Systematická nejistota typu B	15
4.5.4	Kombinovaná standardní nejistota C	16
4.5.5	Rozšířená nejistota	16

4.5.6	Praktický výpočet nejistot	16
4.6	Stanovení účinnosti MO a jeho jednotlivých částí	18
4.6.1	Princip činnosti MO	18
4.6.2	Teoretický rozbor	19
4.6.3	Postup měření.....	21
4.6.4	Naměřené průběhy	22
4.6.5	Celkové výsledky a zhodnocení.....	23
5	Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.....	24
6	Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	25
7	Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení	26
	LITERATURA.....	27

Seznam tabulek

Tab. 1 Naměřené hodnoty drah	16
Tab. 2 Absolutní chyby použitých přístrojů	17
Tab. 3 Vypočtené hodnoty nejistot	18
Tab. 4 Celkové výsledky měření určené s pravděpodobností 95%	18
Tab. 5 Výsledné vztahy pro výpočet účinnosti	21
Tab. 6 Celkové výsledky výpočtu účinností a ztrát	23

Seznam obrázků

Obr. 1 Programovatelné digitální relé PDR 2/A [3].....	6
Obr. 2 Program Generátor pulzu PDR[3].....	6
Obr. 3 Zjednodušené principiální schéma zapojení	7
Obr. 4 Řídicí signál ON předbíhá signál OFF.....	8
Obr. 5 Řídicí signál OFF předbíhá signál ON.....	8
Obr. 6 Zdroj zkušebního sinusového napětí 50 Hz	10
Obr. 7 Propojení hlavních obvodů jističe.....	11
Obr. 8 Přiložení napětí mezi neživou část a pomocný obvod (konektor)	11
Obr. 9 Přiložení napětí mezi konektorem a krytem.....	11
Obr. 10 Normalizovaný spínací impuls napětí [5]	12
Obr. 11 Zdroj impulzního napětí.....	12
Obr. 12 Zachycení průrazu.....	12
Obr. 13 Nastavení vztažného nulového bodu-ocelový plát položen na referenční stěnu.....	13
Obr. 14 Měření koncového bodu (poloha ON)	13
Obr. 15 Magnetický snímač polohy TMLS-05A-02 [6]	14
Obr. 16 Závislost dráhy na čase při použití modelu jističe	14
Obr. 17 Normální (Gaussovo) rozložení pravděpodobnosti[8].....	15
Obr. 18 Rovnoměrné rozložení pravděpodobnosti [8].....	15
Obr. 19 Blokové schéma MO s vyznačením toku energie[10]	19
Obr. 20 Práce vykonaná silou F při otáčení tělesa okolo osy otáčení 0 [12].....	21
Obr. 21 Měření momentu rohatky.....	22

Seznam příloh

- A. Schéma pro zkoušku současně přiváděných řídících signálů
- B. Záznam z osciloskopu
- C. Závislost momentu převodovky na jejím úhlu natočení
- D. Závislost momentu rohatky na jejím úhlu natočení
- E. Závislost odporové síly páky jističe na pozici páky

1 Úvod

Žijeme v 21. století, v době prudkého rozvoje elektrotechniky. Málokdo by si stěžil dokázal představit život bez elektřiny. Člověk se stává na elektrických spotřebičích stále více závislejší. Rostou nároky na spolehlivost, bezpečnost a ochranu elektrických zařízení.

Vyskytnou-li se poruchové stavy, jako např. nadproud, přepětí nebo i podpětí, mohou ohrozit jak majetek, tak i zdraví osob, které přijdou do styku s poškozeným zařízením. Proto se snažíme účinky těchto jevů eliminovat. Bez elektrických přístrojů by neexistovala tak technicky rozvinutá společnost, jak ji známe nyní.

Jistič je elektrický přístroj, jehož funkcí je ochrana zařízení před tepelnými a silovými účinky nadproudu. V případě poruchy provádí samočinné odpojení zařízení od zdroje. Obsahuje nadproudovou spoušť tvořenou bimetalem a elektromagnetickou zkratovou spoušť. Moderní jističe místo klasických spouští obsahují nastavitelnou elektronickou spoušť.

Dle pozice páky rozeznáváme 4 základní stavy jističe:

- 1) poloha OFF – záměrné vypnutí jištěného obvodu na žádost obsluhy (stažení páky jističe ručně nebo motorovým pohonem)
- 2) poloha ON – obvod sepnut, protéká proud až do jmenovité hodnoty. Při překročení jmenovitého proudu anebo zásahem volitelných spouští jistič vypne obvod.
- 3) poloha TRIP – jistič vypnut poruchou.
- 4) poloha RESET – tato poloha se nachází mírně za polohou OFF. Slouží k opětovnému natažení jističe, pokud došlo k jeho vybavení vlivem poruchy.

Mezi volitelné příslušenství jističe patří například podpětový článek, jehož funkce je významná, pokud jistič chrání napájení asynchronních motorů, jejichž moment je úměrný kvadrátu napětí.

Motorový pohon jističe patří mezi důležité volitelné příslušenství. Pořizují si jej zákazníci, kteří požadují pohodlné ovládání jističe ze vzdáleného místa. Moderní pohony umožňují také ruční ovládání v případě výpadku napájecího napětí pohonu, aniž by bylo nutné sundání z jističe. Pohony lze napájet jak stejnosměrným napětím (24,48,60,110 V) - typicky se jedná o napájení z akumulátorovny, tak i síťovým střídavým napětím 230 V 50 Hz.

I když se to nemusí zdát, tak na pohony jsou kladeny relativně velké požadavky. O zkouškách pohonů by se daly napsat desítky nebo i stovky stran. Pro tuto práci jsem vybral jen některé zkoušky a měření, které jsem prováděl během praxe na zkušebně.

2 Student vykonal odbornou praxi ve firmě

Odborná praxe byla vykonána ve firmě OEZ s. r. o. v Letohradě po dobu 50 dní.

Firma OEZ byla založena v roce 1941. Zkratka OEZ znamená Orlické elektrotechnické závody. Od roku 2007 je firma ve vlastnictví společnosti Siemens. [1]

2.1 Popis odborného zaměření firmy

OEZ je elektrotechnická firma zabývající se vývojem, výrobou a servisem jistících přístrojů včetně jejich příslušenství.

2.1.1 Vyráběné produktové řady[2]

- modulární přístroje Minia
- kompaktní jističe Modeion
- vzduchové jističe Arion
- pojistkové systémy Varius
- přístroje pro spínání a ovládání Conteo
- rozvodnice a rozváděčové skříně Distri

2.1.2 Výpočtové programy

Firma také prodává a dále zdokonaluje výpočtové programy Sichr a Prozik.

2.1.2.1 Program Sichr

Výpočtový program Sichr slouží k návrhu a kontrole paprskových sítí TN-C , TN-C-S a IT sítí bez vyvedeného středního vodiče ve všech obvyklých napěťových hladinách. Program v sobě zahrnuje databázi jistících a spínacích prvků, proudových chráničů a svodičů přepětí z produkce OEZ, dále pak otevřenou databázi transformátorů a silových kabelů. [2]

2.1.2.2 Program Prozik

Výpočtový program Prozik slouží k výpočtu a řízení rizika ztrát vztahujících se ke stavbě vzniklých v důsledku úderu blesku (dle ČSN EN 62305-2). Jednoduché prostředí umožňuje rychlé vyplnění potřebných dat. Výstupem programu je textový souhrn zadaných hodnot, vypočtené výsledky a návrh konkrétních přepětiových ochran pro síť nn 230/400 V.[2]

2.2 Popis pracovního zařazení

2.2.1 Zkušebna - její účel a vybavení

Byl jsem pracovníčně zařazen na zkušebnu. Zkušebna má v podstatě 2 úlohy, bez nichž by se podnik neobešel.

- 1) slouží ke zkoušení a vývoji nových výrobků
- 2) ke zlepšování parametrů stávajících výrobků

Možnosti zkušebny a jejího technického vybavení jsou obrovské, proto zde vyjmenuju jen vybrané.

2.2.2 Zkoušky jističů

Na jističích se provádí velká řada měření a zkoušek. Ty provádí několik oddělení zkušebny.

2.2.2.1 Oddělení zkoušek vypínací schopnosti

Zkušebna je vybavena zkratovým generátorem o výkonu přibližně 3 MW. Provádí se zde zkoušky jističů při 250 V/25 kA – přímé připojení ke generátoru, nebo při 440 V/ 36 kA – pomocí transformátoru. Pomocí tlumivek lze nastavit požadovaný účinník vypínaného obvodu. Lze zde provádět zkoušky také stejnosměrným proudem až do hodnoty 20 kA.

Pokud jsou požadovány zkoušky zkratů s vyššími hodnotami, pak jsou výrobky odváženy na zkoušky na zkratovnu do Prahy-Běchovic, popřípadě do německého Ambergu, nebo nyní nově do Brna na novou zkušebnu přístrojů VUT.

Dále zde lze provádět:

- oteplovací zkoušky
- zkoušky krátkodobým proudem
- speciální zkoušky s frekvencemi přibližně od 30 Hz do 400 Hz

2.2.2.2 Oddělení testování jističů

Toto oddělení se převážně zaměřuje na zkoušky nově vyvíjených výrobků ve spolupráci s konstrukční kanceláří.

Provádí se zde následující měření a testy:

1. propad kontaktů
2. nesymetrie kontaktů
3. nesoučasnost spínání kontaktů
4. síla páky v závislosti na poloze
5. zkoušky mechanické trvanlivosti
6. zkoušky elektrické pevnosti jističů po zkratech

Dále se zde provádí měření vypínacích charakteristik jističů a ověřování nastavení vybavovacích spouští. Tyto testy spolu se zkouškami mechanické trvanlivosti lze také provádět v klimatických komorách v rozpětí teplot od -35°C do +75°C.

2.2.2.3 Oddělení motorových pohonů

Toto oddělení provádí testování a zkoušky motorových pohonů jističů. Zde jsem byl přímo zařazen, proto se má práce zabývá právě motorovými pohony. Pracovní náplň spočívala v přípravě zkoušek, samostatného provádění zkoušek a jejich dokumentace (natáčení, fotografování, zpracování naměřených hodnot). Výstupem byly protokoly v českém a anglickém jazyce. Provádí se zde následující zkoušky a měření:

- 1) měření elektrických veličin – spotřeby pohonu a jejich vnitřních součástí a další zkoušky
- 2) měření neelektrických veličin - krouticího momentu, síly, dráhy
- 3) zkoušky elektrické pevnosti
- 4) zkoušky mechanické trvanlivosti pohonů
- 5) zkoušky elektromagnetické kompatibility
- 6) další zkoušky

2.2.2.4 Ostatní oddělení zkušebny

Na zkušebně se dále ještě nachází oddělení domovních rozvodů a oddělení pojistek.

3 Seznam úkolů zadaných studentovi

Během praxe mi byly zadávány různé úkoly. Převážně se jednalo o měření již zmíněných elektrických a neelektrických veličin na motorových pohonech jističů včetně zpracování výstupu z měření.

Další zkoušky byly například:

- simulace přerušení napájecího napětí
- měření statických a dynamických sil na celé dráze mostu pohonu
- měření zatěžovacích charakteristik elektronických obvodů
- zkoušky motorových pohonů dle norem ČSN EN 60947-1 a 2
- zkoušky dle dalších specifikací

Některé zkoušky jsem dělal zcela samostatně, jiné ve spolupráci s dalšími 2 kolegy brigádníky, popřípadě u zkoušek elektrické pevnosti jsem kvůli bezpečnosti spolupracoval vždy se zkušeným zaměstnancem.

Z hlediska časové náročnosti byla nejnáročnější zkouška simulace přerušení napájecího napětí. Ta se prováděla asi 1 měsíc na mnoha vzorcích pohonů s jističi při různých klimatických podmínkách. Ostatní zkoušky se prováděly opakovaně v řádech dní - vše dle požadavků podniku.

4 Zvolený postup řešení zadaných úkolů

4.1 Simulace přerušení napájecího napětí MO

4.1.1 Základní ovládání MO

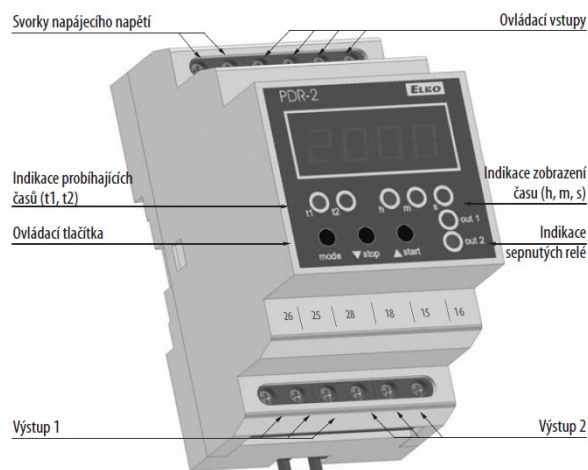
MO má připojené vlastní napájecí napětí na vstupech L1 (resp. L+) a N (resp. N-). Toto napětí může být jak stejnosměrné (110V), tak střídavé (230V, 50 Hz). Žádaná činnost se vytváří napěťovým pulzem, který je přiveden na příslušný vstupní pin (buď OFF nebo ON) po dostatečně dlouhou dobu. Např. pokud zmáčknete tlačítko S_{ON} , pak MO vykoná sepnutí jističe.

4.1.2 Cíl zkoušky

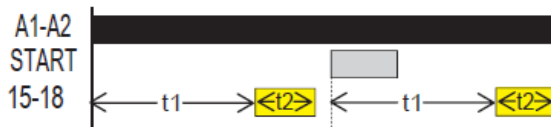
Cílem této zkoušky je ověřit, zda je MO schopen spolehlivě dokončit vypnutí jističe, pokud dojde během chodu k výpadku napájecího napětí. Zkouška se prováděla z pozice ON do cílové pozice OFF. Při chodu MO z OFF do ON vytvoříme výpadek napájecího napětí. Reálně je vznik této situace málo pravděpodobný.

4.1.3 Popis činnosti schématu zapojení

K řešení tohoto úkolu bylo využito programovatelné digitální relé PDR 2/A od firmy Elko - viz obr. 1. Jedná se o relé, které po nastavení příslušného programu provádí požadovanou operaci. Relé lze napájet na napájecích vstupech A1 a A2 stejnosměrným napětím 24 V, i střídavým napětím 230 V 50 Hz. Pro zkoušku byl vybrán program Generátor pulzu, který je znázorněn na obr. 2.



Obr. 1 Programovatelné digitální relé PDR 2/A [3]

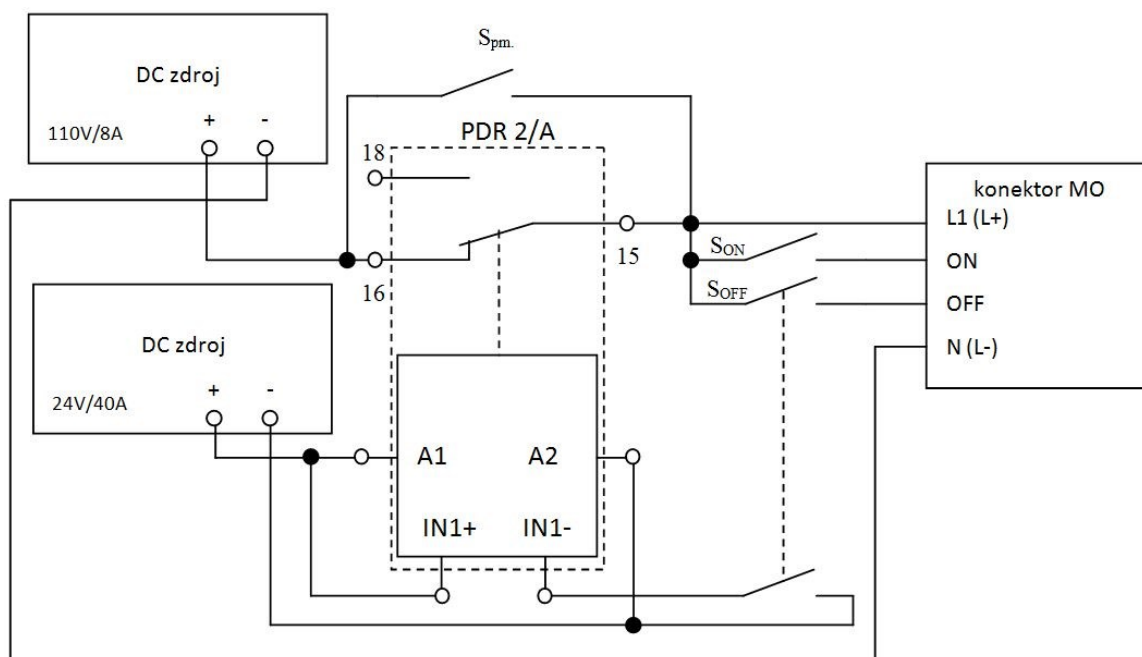


Obr. 2 Program Generátor pulzu PDR[3]

Popis činnosti schématu - obr. 3

MO je nasazen na jističi a nachází se v poloze ON. Stiskem tlačítka S_{OFF} dostane MO pokyn k chodu do polohy OFF. Zároveň je však skrze pomocné kontakty tlačítka přiveden napěťový puls na vstupy IN1+ a IN1-, které slouží jako externí start. PDR nyní spustí odpočítávání nastaveného času t_1 a po jeho uplynutí dojde po dobu t_2 k přepnutí kontaktu 16 na kontakt 18, čímž se docílí žádané přerušení napájení a dojde k zastavení chodu MO. V tomto okamžiku již funkce PDR není nutná, proto je relé přemostěno spínačem S_{pm} . Nyní budeme zkoumat, zda po stisknutí tlačítka S_{OFF} dojde k opětovnému rozběhu a doběhu MO s jističem do pozice OFF.

Pomocí nastavení času t_1 lze provádět zkoušky v různých polohách mezi ON a OFF.



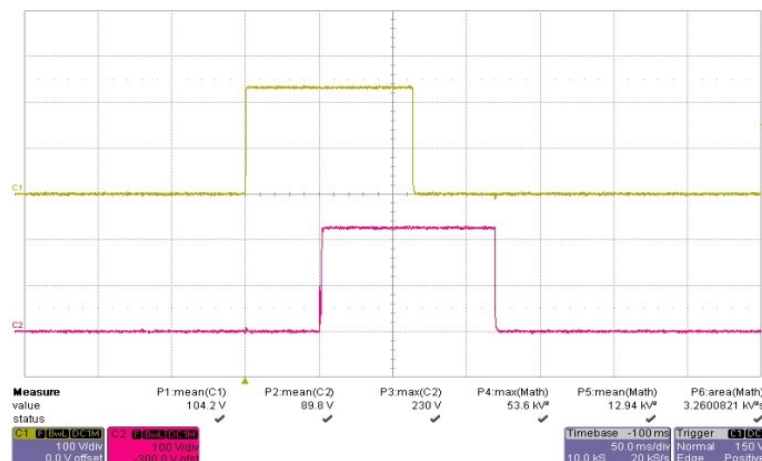
Obr. 3 Zjednodušené principiální schéma zapojení

4.2 Zkouška chování MO na současně přiváděné řídicí signály ON a OFF

Cílem zkoušky je ověření, jak bude pohon reagovat, připojíme-li na vstup OFF a vstup ON současně napájecí napětí. Zkouší se různé kombinace pulzů s rozdílným časovým posunem. Také je velmi důležité, v jaké výchozí poloze se MO nachází. Prakticky jsou současně působící řídicí vstupní signály OFF a ON považovány za poruchový stav. Požadavky na chování jsou částečně dány normou ČSN EN 60947-2. Z důvodu, že lze vytvořit velké množství kombinací, tak jsou zde uvedeny pouze 2 vybrané.

4.2.1 Příklad 1

Máme MO, který je nasazen na jističi a je ve výchozí poloze ON. Přivedeme-li na vstup konektoru signály dle obr. 4., tak MO by měl vykonat chod do polohy OFF, protože řídicí signál OFF má kvůli bezpečnosti přednost.

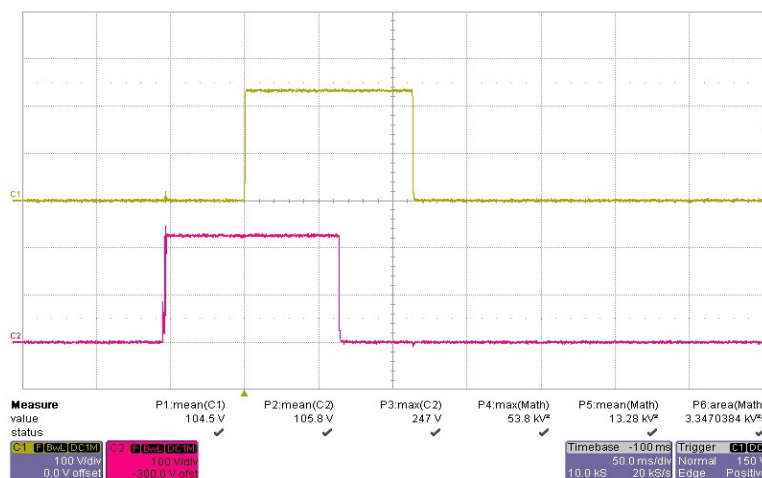


Obr. 4 Řídicí signál ON předbíhá signál OFF

Pokud přivedeme stejné průběhy na MO, pokud bude v poloze OFF, pak dojde k vykonání celého cyklu (OFF-ON-OFF).

4.2.2 Příklad 2

Nyní máme opačný průběh dle obr. 5. Pokud je MO v poloze ON, pak se vykoná opět celý cyklus ON-OFF-ON, protože signál OFF přichází na vstup MO dříve. Bude-li MO v poloze OFF, pak MO na tyto signály nereaguje a zůstává v poloze OFF.



Obr. 5 Řídicí signál OFF předbíhá signál ON

4.2.3 Popis činnosti schématu (příloha A)

Pro realizaci úlohy byly použity 2 PDR s unifikovaným napájením. DC zdroj nastavený na 24 V/40 A byl použit pro napájení vstupů A1 a A2 obou relé. Napětí určené pro samotné napájení MO je nastaveno na jmenovitou hodnotu 110 V a je přivedeno do krabičky s ovládacími tlačítky. Vlastní napájení MO je provedeno přivedením napětí z krabičky na piny 5 a 7 na konektoru.

Na obou relé je opět nastaven program Generátor pulzu. Stisknutím ovládacího tlačítka ON přivedeme napěťový pulz na IN1+ a IN1-, který spustí časování relé. Po uplynutí nastaveného času dojde k samotnému sepnutí a tím i k přivedení napětí na daný pin konektoru MO. Doba, po kterou je napětí připojeno na MO, je rovněž nastavena na PDR. Tímto způsobem lze provádět různá nastavení vzájemného časového posunu pulzů. Průběhy napětí jsou zaznamenávány pomocí osciloskopu.

POZNÁMKA. Pro zkoušky některých průběhů bylo nutno trochu upravit schéma zapojení. Do schématu se vkládala dioda mezi piny 18 PDR 1 a 2. Smysl zapojení diody byl závislý na požadovaném průběhu.

4.3 Zkoušky elektrické pevnosti

Elektrické spotřebiče jsou za provozu trvale namáhány jak jmenovitým provozním napětím, tak i přepětím, které je vždy důsledkem vzniku přechodového jevu v obvodu. Izolace spotřebiče musí vydržet trvalé působení jmenovitého napětí i krátkodobé působení přepětí. Poškození izolace přepětím by mohlo mít za následek ohrožení osob pracujících s daným spotřebičem.

4.3.1 Zkouška přiložením zkušebního sinusového napětí 50 Hz

Tato zkouška má za cíl ověřit kvalitu izolace, bude-li namáhána krátkodobým sinusovým přepětím.

Velikost zkušebního napětí se volí dle jmenovitého napětí zkoušeného spotřebiče. Maximální hodnota jmenovitého pracovního napětí nesmí být v žádném případě vyšší než hodnota jmenovitého izolačního napětí. U zařízení, které nemá stanoveno jmenovité izolační napětí, je za jmenovité izolační napětí považována nejvyšší hodnota jmenovitého pracovního napětí. [4]

Zkoušený MO lze kromě 110 V DC připojit i na 230 V AC. Nejvyšší hodnota jmenovitého izolačního napětí je dána amplitudou jmenovitého střídavého napájecího napětí.

$$U_i = 230 \cdot \sqrt{2} = 325V$$

Pro toto napětí je dle [4] dáno zkušební sinusové střídavé napětí 1890 V 50 Hz v délce trvání 5 s. Frekvence zkušebního napětí se může pohybovat mezi 45 Hz a 60 Hz. Pokud by nešlo použít AC napětí, lze alternativně použít DC napětí o hodnotě 2670 V.



Obr. 6 Zdroj zkušební sinusového napětí 50 Hz

Nastane-li průraz izolace, pak dojde ke zvýšení svodového proudu.

4.3.1.1 Přiložení zkušební napětí ke zkoušenému zařízení

Ke zkoušenému zařízení se dle [4] přikládá zkušební napětí takto:

- a) mezi všechny navzájem spojené svorky hlavního obvodu (včetně řídicích a pomocných obvodů spojených s hlavním obvodem) a kryt nebo montážní desku, s kontakty ve všech normálních provozních polohách.
- b) mezi každý pól hlavního obvodu a ostatní póly spojené navzájem a spojené s krytem nebo montážní deskou, s kontakty ve všech normálních provozních polohách.
- c) mezi každý řídicí a pomocný obvod, který není normálně připojen k hlavnímu obvodu, a:
 - hlavní obvod
 - ostatní obvody
 - neživé části
 - kryt nebo montážní desku,

které mohou být, v případech, kdy je to vhodné, navzájem propojeny.

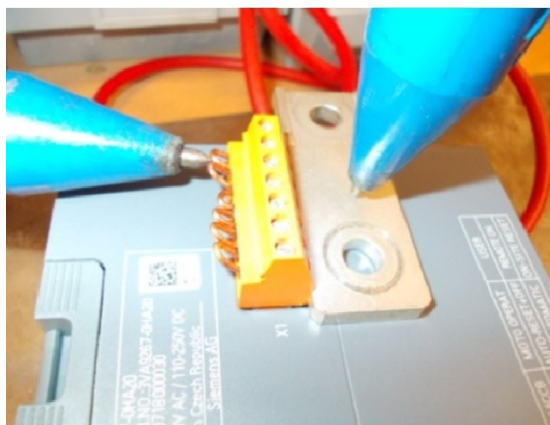
Stejně podmínky platí i pro zkoušku impulzním výdržným napětím.



Obr. 7 Propojení hlavních obvodů jističe



Obr. 8 Přiložení napětí mezi neživou část a pomocný obvod (konektor)



Obr. 9 Přiložení napětí mezi konektorem a krytem

4.3.2 Zkouška impulzním výdržným napětím

Cílem této zkoušky je ověření schopnosti izolace vydržet účinek atmosférického přepětí.

Jmenovité impulzní výdržné napětí je vrcholová hodnota napěťového impulsu předepsaného tvaru a polarity (viz. obr. 11), kterou je zařízení schopné vydržet bez poruchy (průrazu) za stanovených zkušebních podmínek. [4]

Volba impulzního výdržného napětí se stanovuje pomocí maximální hodnoty jmenovitého pracovního napětí (AC RMS nebo DC) a je nižší než 300 V.

Norma [4] definuje 4 kategorie přepětí:

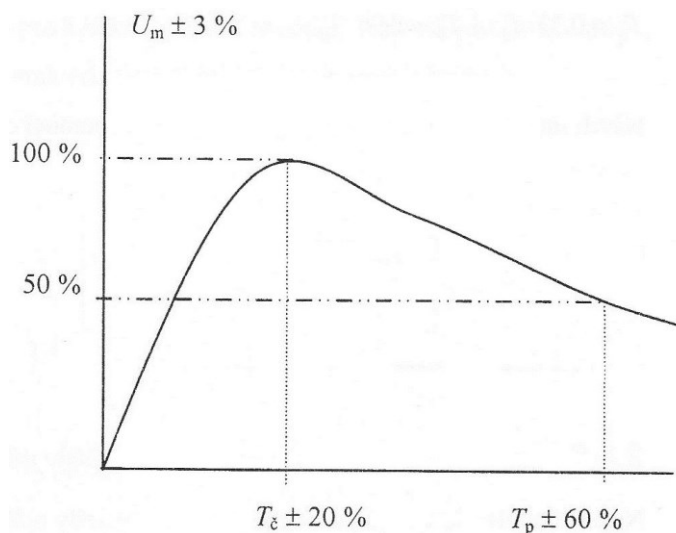
- I. zvlášť chráněná úroveň
- II. zátěž

III. úroveň rozvodného obvodu

IV. začátek instalace

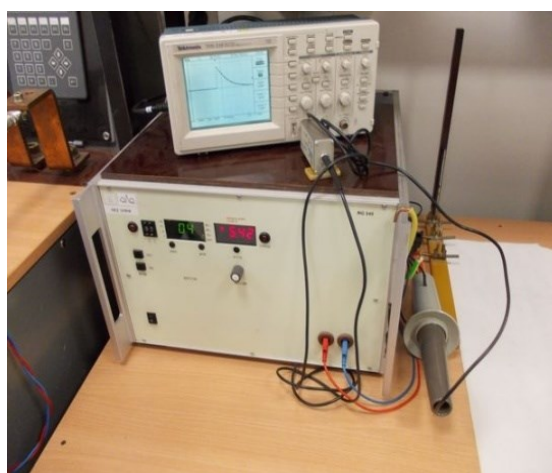
Náš MO náleží do III. kategorie a pro pracovní napětí do 300 V mu přísluší zkušební puls 4 kV 1,2/50 μ s při nadmořské výšce 2000 m.

Se snižující se nadmořskou výškou se zvyšuje hodnota impulzního zkušebního napětí. Letohrad se nachází ve výšce 300 m nad mořem, ale jelikož v normě není pro tuto výšku stanoveno napětí, tak volíme nejbližší vyšší napětí. Použijeme napětí 4,8 kV pro nadmořskou výšku 200 m. Zařízení se v dané pozici testuje 5x pro jednu polaritu napětí a pak 5x pro opačnou polaritu napětí.

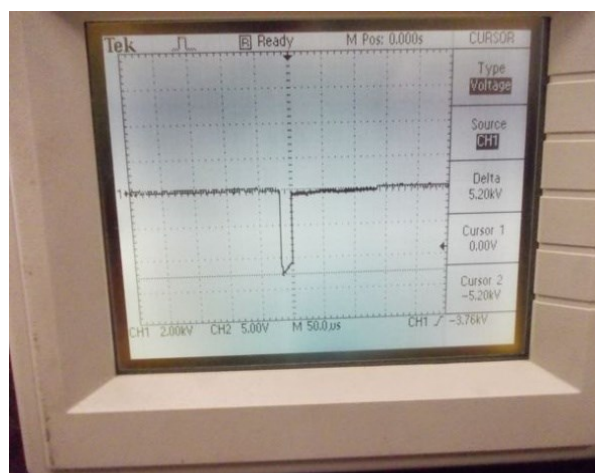


Obr. 10 Normalizovaný spínací impuls napětí [5]

Nastane-li průraz, pak dojde k náhlému poklesu napětí, který je vidět na obrazovce osciloskopu (viz. obr 13.). Často se stává, že průraz je i slyšitelný.



Obr. 11 Zdroj impulzního napětí



Obr. 12 Zachycení průrazu

4.4 Měření dráhy

4.4.1 Účel měření

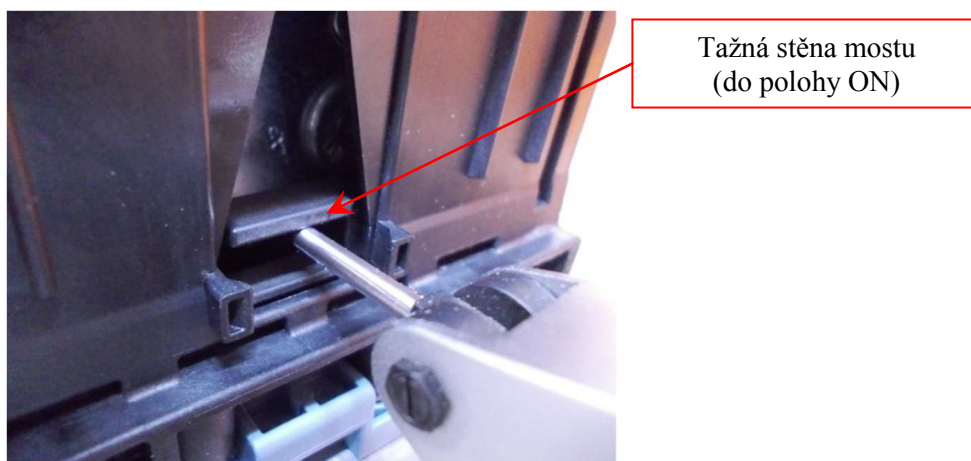
Na MO se měří dráha mostu, která je uražena naprázdno bez jističe do poloh ON a OFF. Pokud by měl MO příliš malou hodnotu dráhy do ON, pak by nemuselo dojít k sepnutí jističe. Dráha vykonaná do polohy ON se určuje měřením jako maximální vzdálenost tažné strany mostu vůči referenční stěně krytu MO. Za referenční stěnu se považuje ta strana MO, která je nejbližší poloze OFF. Při měření dráhy do OFF se vybírá nejnížší naměřená hodnota.

4.4.2 Měření dráhy pomocí výškoměru Mitutoyo

Pracovník provádějící měření do pozice ON nastaví pomocí „Handlu“ mezní polohu mostu, kdy ještě most vyvíjí vlastní sílu naprázdno. Ideálně tomu odpovídá dotlačení západky na vrchol mezního zubu rohatky. Čím více se pracovník blíží tomuto bodu, tím vyšší moment vyvíjí v prstech na „Handl“. Po přecvaknutí mezního zubu dojde k uvolnění mostu, takže pak s ním lze volně manipulovat po celé jeho dráze. Přesnost výsledků je velmi závislá na preciznosti pracovníka a jeho citu v prstech.



Obr. 13 Nastavení vztažného nulového bodu-ocelový plát položen na referenční stěnu



Obr. 14 Měření koncového bodu (poloha ON)

4.4.3 Měření dráhy pomocí modelu jističe osazeného čidly polohy

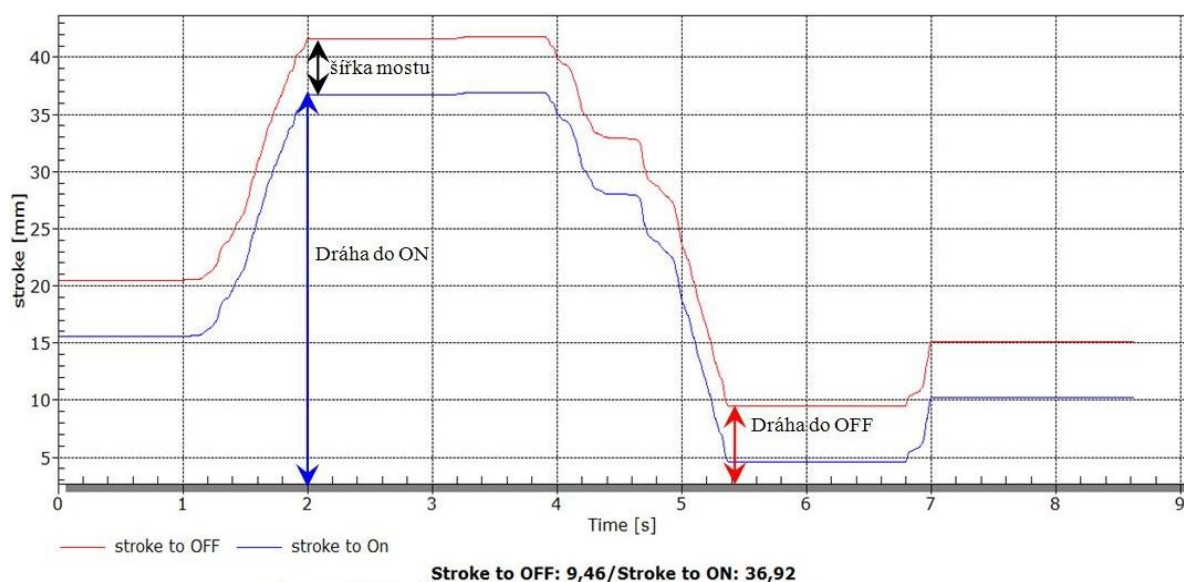
Po zprovoznění 3D stolu se měření drah provádělo výhradně na modelu jističe, který byl osazen magnetickým snímačem polohy TMLS-05A-02 a přes ústřednu zapojen do PC. Data zpracovával program CATMAN od firmy HBM, který umožňuje zobrazení časových závislostí polohy „OFFové“ a „ONové“ stěny mostu.

Při jednom měření se prováděl vícekrát celý spínací cyklus. Program pak vždy vybral nejvyšší naměřenou hodnotu do ON a nejnižší naměřenou do OFF, které odpovídají mezním vzdálenostem uraženým pohonem. MO byl stejně jako u měření s výškoměrem poháněn ručně.

Výhodou oproti měření s výškoměrem je daleko vyšší rychlost měření, vyšší přesnost čidla polohy a hlavně eliminace lidského faktoru způsobujícího chybu měření.



Obr. 15 Magnetický snímač polohy TMLS-05A-02 [6]



Obr. 16 Závislost dráhy na čase při použití modelu jističe

4.5 Srovnání měřících metod dráhy pomocí nejistot

4.5.1 Definice nejistoty

Nejistota měření je kladné číslo u_x vymezující v okolí konvenčně pravé hodnoty x_K výsledku měření interval $\langle x_K - u_x, x_K + u_x \rangle$, který se zvolenou pravděpodobností obsahuje pravou hodnotu x_P . [7]

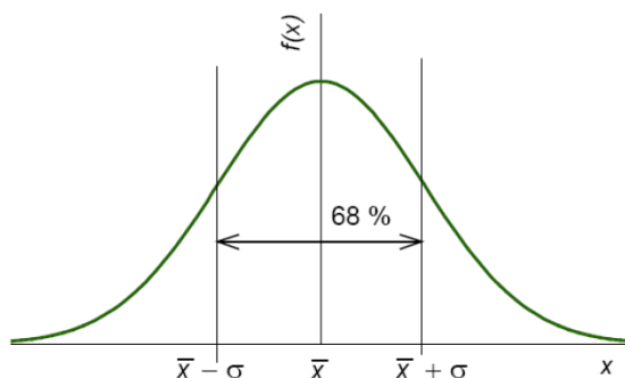
4.5.2 Standardní nejistota typu A

Tento druh nejistoty se určuje statistickým vyhodnocením hodnot opakovaných měření. Její příčiny považujeme za neznámé.[8]

Ve výpočtu je také zahrnut korekční koeficient, jehož hodnota je závislá na počtu opakovaných měření. S rostoucím počtem opakování klesá, při deseti a vícenásobném opakování je jeho hodnota rovna 1. Při menším než 5 násobném opakování měření významně roste a výsledek měření je spíše informativní. [7]

$$u_{xA} = k_n \cdot \bar{\sigma}_A = k_n \cdot \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2} \quad (1)$$

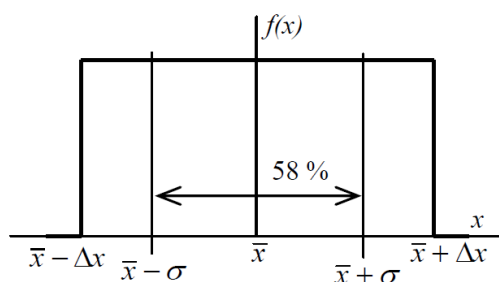
Pro standardní nejistotu typu A se uvažuje Gaussovo rozdělení pravděpodobnosti. Výpočtem dle výše uvedeného vztahu získáme hodnotu nejistoty s pravděpodobností 68 %.



Obr. 17 Normální (Gaussovo) rozložení pravděpodobnosti[8]

4.5.3 Systematická nejistota typu B

Na velikost nejistoty typu B nemá vliv počet opakování měření. Tato nejistota v sobě zahrnuje vliv nepřesnosti použitého měřicího přístroje, teploty a dalších okolních vlivů. Většinou nemáme k dispozici informaci o rozdělení pravděpodobnosti, proto uvažujeme rovnoměrné rozdělení. Při rovnoměrném rozdělení je nejistota určena s pravděpodobností 58 %. Kromě tohoto rozdělení existuje také trojúhelníkové, bimodální a lichoběžníkové rozdělení. [8]



Obr. 18 Rovnoměrné rozložení pravděpodobnosti [8]

Nejistota typu B se určí dle vztahu:

$$u_{xB} = \bar{\sigma}_B = \frac{\Delta x}{\chi} \quad (2)$$

Hodnota koeficientu χ je závislá na typu rozdělení. Pro rovnoměrné rozdělení je rovna $\sqrt{3}$, pro normální (Gaussovo) rozdělení má hodnotu 2.[7]

4.5.4 Kombinovaná standardní nejistota C

Tento typ nejistoty v sobě zahrnuje vliv působení nejistot A a B současně. Určí se výpočtem jako geometrický průměr. Pokud by měly oba typy nejistot normální rozložení a byly by určeny s pravděpodobností 68%, pak i nejistota u_C by byla určena se stejnou pravděpodobností. [9]

$$u_{xC} = \sqrt{u_{xA}^2 + u_{xB}^2} \quad (3)$$

4.5.5 Rozšířená nejistota

Určení standardní nejistoty měření s pravděpodobností 68% je v řadě náročných průmyslových odvětví nepřijatelné, proto byla zavedena rozšířená nejistota, která zvyšuje spolehlivost na 95%, popř. až na 99,7%. [7]

Rozšířená nejistota se určí vynásobením koeficientu rozšíření a směrodatné odchylky, resp. kombinované nejistoty u_{xC} .

$$U_x^{(2)} = k_r \cdot \bar{\sigma}_C \quad (4)$$

4.5.6 Praktický výpočet nejistot

Tab. 1 Naměřené hodnoty drah

číslo měření	výškoměr Mitutoyo		model jističe	
	ON	OFF	ON	OFF
i	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1.	36,76	11,18	36,92	9,58
2.	36,60	11,14	36,90	9,70
3.	36,79	11,02	36,92	9,75
4.	36,97	10,97	36,98	9,54
5.	36,75	11,09	36,92	9,66
6.	36,63	11,12	36,92	9,46
7.	36,88	11,04	36,98	9,54
8.	37,06	10,93	36,94	9,66
9.	36,88	11,09	36,93	9,50
10.	36,95	10,93	36,92	9,58

Tab. 2 Absolutní chyby použitých přístrojů

přístroj	Δs (mm)
výškoměr Mitutoyo	0,03
model jističe	0,005

4.5.6.1 Vzorový příklad výpočtu

Příklad výpočtu nejistot (pro přístroj Mitutoyo a dráhy do ON)

Nejprve určíme průměrnou hodnotu.

$$\bar{s} = \frac{36,76 + 36,6 + 36,79 + 36,97 + 36,75 + 36,63 + 36,88 + 37,06 + 36,88 + 36,95}{10} = 36,827 \text{ mm}$$

Nyní určíme nejistotu u_{sA} dle vzorce (1)

$$u_{sA} = 1 \cdot \sqrt{\frac{1}{10 \cdot (10-1)} \cdot \left[\begin{aligned} &(36,827 - 36,76)^2 + (36,827 - 36,60)^2 + (36,827 - 36,79)^2 \\ &+ (36,827 - 36,97)^2 + (36,827 - 36,75)^2 + (36,827 - 36,63)^2 \\ &+ (36,827 - 36,88)^2 + (36,827 - 37,06)^2 + (36,827 - 36,88)^2 \\ &+ (36,827 - 36,95)^2 \end{aligned} \right]}$$

$$u_{sA} = 0,047 \text{ mm}$$

Dle tab. 2 nyní vypočteme nejistotu typu B aplikací vzorce (2). Předpokládáme rovnoměrné rozložení pravděpodobnosti. Nejistotu zaokrouhlíme vždy na nejvyšší vyšší hodnotu.

$$u_{sB} = \frac{\Delta s}{\sqrt{3}} = \frac{0,03}{\sqrt{3}} = 0,01732 = 0,018 \text{ mm}$$

Nyní vypočteme kombinovanou nejistotu C dle vztahu (3)

$$u_{sC} = \sqrt{u_{sA}^2 + u_{sB}^2} = \sqrt{0,047^2 + 0,018^2} = 0,0503 = 0,051 \text{ mm}$$

Pro zvýšení spolehlivosti vynásobíme nejistotu u_{sC} koeficientem rozšíření, jehož hodnota je pro 95% pravděpodobnost rovna 2.

$$U_{sC}^{(2)} = k_r \cdot u_{sC} = 2 \cdot 0,051 = 0,102 \text{ mm}$$

Nyní je celkový výsledek měření určen s pravděpodobností 95%

$$s_{ONMitut.} = \bar{s} \pm U_{sC}^{(2)} = (36,827 \pm 0,102) \text{ mm}$$

Jak je patrné, zvýšení spolehlivosti se projevilo zhoršením přesnosti měření.

Tab. 3 Vypočtené hodnoty nejistot

	výškoměr Mitutoyo		model jističe	
	ON	OFF	ON	OFF
nejistota	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
$u_{sA} (68\%) =$	0,047	0,028	0,017	0,021
$u_{sB} (58\%) =$	0,018	0,018	0,003	0,003
$u_{sC} =$	0,051	0,034	0,018	0,022
$U_{sC}^{(2)} (95\%) =$	0,102	0,068	0,036	0,044

Tab. 4 Celkové výsledky měření určené s pravděpodobností 95%

	výškoměr Mitutoyo		model jističe	
	ON	OFF	ON	OFF
naměřená dráha	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
$s =$	(36,827±0,102)	(11,051±0,068)	(36,950±0,036)	(9,597±0,044)

4.5.6.2 Zhodnocení výsledků

Jak je vidět dle tab. 4, tak přístroj Mitutoyo skutečně vykazuje vyšší hodnotu nejistoty než model jističe. Relativně velký rozdíl nejistot při měření dráhy OFF a ON lze vysvětlit již zmíněným vlivem lidského faktoru.

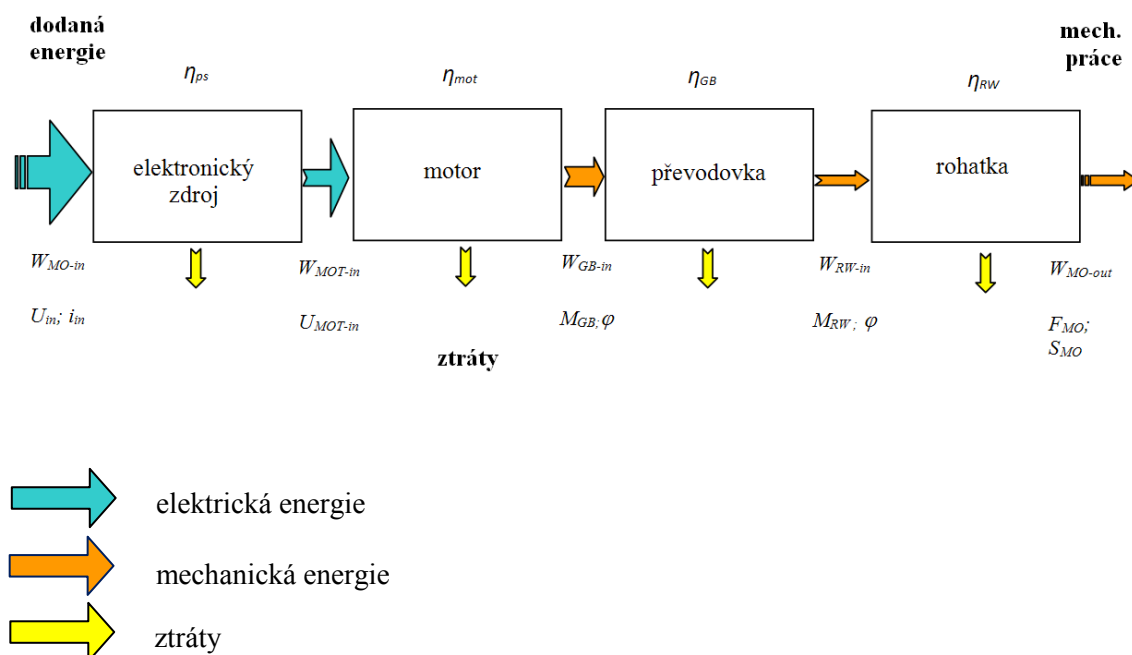
Naproti tomu model jističe vykázal při obou měřeních přibližně stejné hodnoty nejistot, které jsou daleko nižší než u Mitutoya. Model jističe je tedy přesnější.

Na závěr lze ještě dodat, že zvýšení pravděpodobnosti standardní nejistoty na 95 % mělo za následek vyšší nepřesnost měření (rozšíření pásu nejistot).

4.6 Stanovení účinnosti MO a jeho jednotlivých částí

4.6.1 Princip činnosti MO

MO je v podstatě měnič energie. Provádí přeměnu elektrické energie na energii mechanickou, která provádí ovládání jističe. Analýza účinnosti jednotlivých částí MO nám ukáže celkovou bilanci ztrát. Celý pohon se skládá v podstatě ze 4 bloků, které jsou znázorněny na obr. 19.



Obr. 19 Blokové schéma MO s vyznačením toku energie[10]

4.6.1.1 Funkce jednotlivých bloků

Elektronický zdroj - je tvořen elektronickými obvody, které snižují a usměrňují vstupní napětí přiváděné konektorem na stejnosměrné napětí určené pro napájení stejnosměrného motoru.

Motor - slouží k přeměně elektrické energie na mechanickou. Z důvodu jednoduchosti se zde používá stejnosměrný motor s permanentními magnety.

Převodovka - má za úkol přeměnit rotační pohyb o vysokých otáčkách a malém momentu vytvořený motorem na rotační pohyb s nižšími otáčkami, ale vyšším momentem.

Rohatka - spolu se západkou tvoří blok určený k přeměně rotačního pohybu na výstupu převodovky na pohyb posuvný, který slouží k ovládání jističe. Západka zajišťuje omezení pohybu – blokovací ústrojí. Rovněž také umožňuje ruční ovládání pohonu pomocí „Handlu“.

4.6.2 Teoretický rozbor

4.6.2.1 Definice účinnosti

Účinnost je definována jako poměr práce vykonané a práce přijaté. Součet vykonané práce a ztrát tvoří dodanou práci.

$$\eta = \frac{W_2}{W_1} = \frac{W_2}{W_2 + \Delta W} \quad (5)$$

4.6.2.2 Práce elektrického proudu

Práce vykonaná elektrickým proudem je závislá na 3 veličinách. Kromě proudu závisí také na velikosti napětí a na čase, po který byly tyto dvě veličiny odebrány.

Okamžitý výkon je dán podílem elementární práce dW za čas dt

$$p = \frac{dW}{dt} \quad (6)$$

Vyjádříme-li obecně celkovou vykonanou práci, pak

$$W = \int p dt = \int u(t)i(t)dt \quad (7)$$

Do pohonu je dodáváno napětí a proud konektorem. Za předpokladu, že MO napájíme konstantním DC napětím, je odebíraný proud stejnosměrný, ale časově proměnný. Pro zjištění práce potřebujeme vyjádřit časově proměnný DC proud pomocí jeho střední hodnoty.

Střední hodnota časově proměnného proudu je rovna konstantnímu proudu, který za daný časový úsek T přenesl stejné množství náboje. [11]

$$I_{in-AV} = \frac{1}{T} \int_0^T i_{in}(t)dt \quad (8)$$

Pokud by docházelo také ke kolísání vstupního napětí, pak práci určíme pomocí vzorce

$$W_{MO-in} = U_{in-AV} \cdot I_{in-AV} \cdot T \quad (9)$$

Napětí na motoru není zcela konstantní, určitý čas trvá, než dosáhne své konstantní hodnoty. Z tohoto důvodu zde musíme rovněž počítat se střední hodnotou napětí. Práce vykonaná motorem pak bude

$$W_{MOT-in} = U_{MOT-in-AV} \cdot I_{MOT-in-AV} \cdot T \quad (10)$$

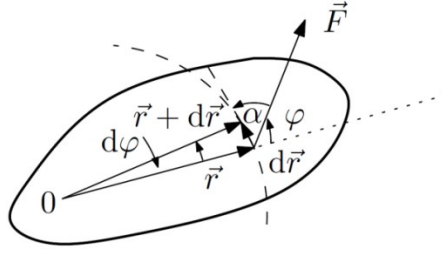
4.6.2.3 Práce vykonaná rotačním pohybem

Máme obecné těleso, na které působí síla F , která jej posune o dr . Toto posunutí způsobí otočení tělesa o úhel $d\varphi$ dle obr. 20 a zároveň vykonání práce dW . [12]

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = r \cdot \cos\alpha \cdot dr = F \cdot r \cdot \sin\varphi \cdot d\varphi = M d\varphi \quad (11)$$

Celková práce je tedy dána působícím krouticím momentem

$$W = \int M d\varphi \quad (12)$$

Obr. 20 Práce vykonaná silou F při otáčení tělesa okolo osy otáčení 0 [12]

4.6.2.4 Výsledné vztahy pro výpočet účinností

Tab. 5 Výsledné vztahy pro výpočet účinností

elektronický zdroj	$\eta_{PS} = \frac{U_{MOT-in-AV} \cdot I_{MOT-in-AV} \cdot T}{U_{in-AV} \cdot I_{in-AV} \cdot T}$	(13)
--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	------

motor	$\eta_{MOT} = \frac{\int_0^{\phi_{ON-GB}} M_{GB}(\varphi) d\varphi}{U_{MOT-in-AV} \cdot I_{MOT-in-AV} \cdot T}$	(14)
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

převodovka	$\eta_{GB} = \frac{\int_0^{\phi_{ON-RW}} M_{RW}(\varphi) d\varphi}{\int_0^{\phi_{ON-GB}} M_{GB}(\varphi) d\varphi}$	(15)
------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

rohatka	$\eta_{RW} = \frac{\int_{s_{OFF}}^{s_{ON}} F_{MO}(s) ds}{\int_0^{\phi_{ON-RW}} M_{RW}(\varphi) d\varphi}$	(16)
---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

MO - celkově	$\eta_{MO} = \eta_{PS} \cdot \eta_{MOT} \cdot \eta_{GB} \cdot \eta_{RW}$	(17)
--------------	--------------------------------------------------------------------------	------

4.6.3 Postup měření

4.6.3.1 Podmínky měření

Při stanovení účinnosti MO z naměřených hodnot je nezbytně nutné, aby při všech měřeních byl použit stejný jistič. [10] Pokud by při některém měření došlo k výměně jističe, pak by hrozilo získání nesprávných hodnot účinností.

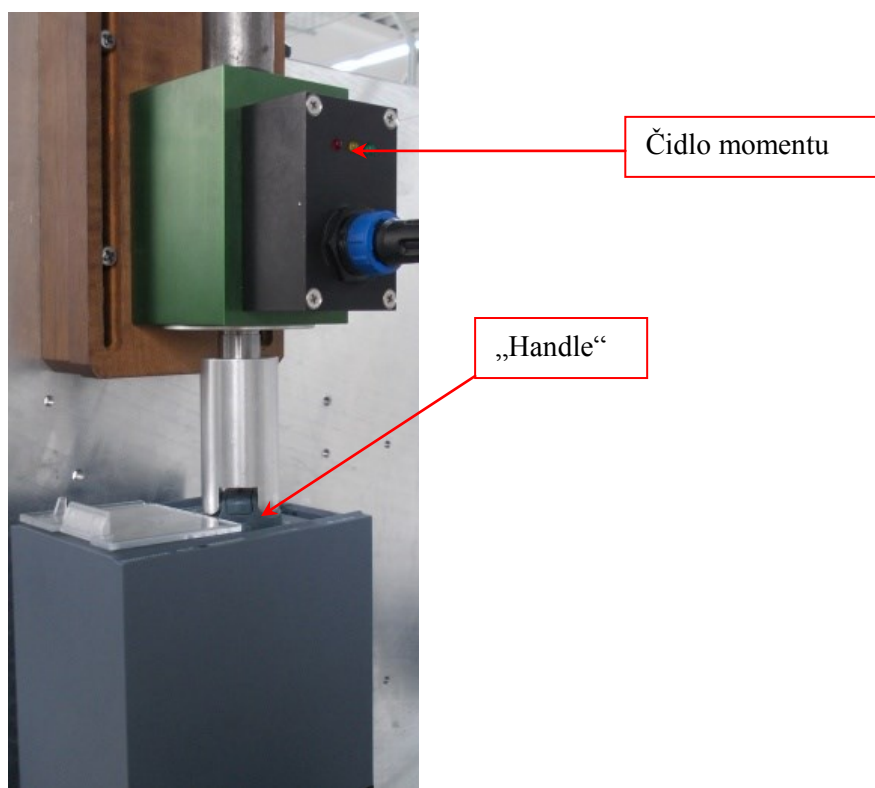
4.6.3.2 Popis měření

Pro měření napětí a proudu na vstupním konektoru MO a na motorku bylo použito 4 kanálového digitálního osciloskopu s proudovými i napěťovými diferenciálními sondami. Pomocí kurzorů byl zjištěn spínací čas T , po který je MO v chodu. Zároveň byly nastaveny matematické funkce, které pro příslušný kanál vypočítaly střední hodnotu signálu.

Měření momentu na vstupu převodovky si vyžádalo rozmontování motorového pohonu a použití speciálního adaptéru, který spojoval převodovku s čidlem momentu. Použité čidlo kromě měření momentu zaznamenávalo také úhel okamžitého natočení, který je potřebný pro výpočet práce. [10]

Moment rohatky byl měřen na „Handlu” (obr. 21), který je určen pro ruční ovládání pohonu.

Charakteristika odporové síly páky jističe v závislosti na poloze byla získána měřením. Poloha OFF není v grafu v počátku, ale vztahuje se k určenému referenčnímu bodu. Před polohou OFF (v oblasti záporné síly F_{CB}) se nachází poloha RESET. V případě vypnutí jističe poruchou se do této polohy musí páka jističe dostat, aby bylo možné provést opětovné zapnutí. MO táhne páku přibližně do polohy 29 mm. Je to tzv. bod zvratu a po jeho překonání samotný jistič vyvine vlastní sílu k dotlačení páky do koncové pozice ON. Pokud zanedbáme vliv tření v MO, tak MO po překonání bodu zvratu již nekoná práci.



Obr. 21 Měření momentu rohatky

4.6.4 Naměřené průběhy

- viz příloha B až E

4.6.5 Celkové výsledky a zhodnocení

Tab. 6 Celkové výsledky výpočtu účinností a ztrát

odebraná energie	16,12 J		
vykonaná práce	1,36 J		
	účinnost (%)	ztráty (%)	ztráty (J)
elektronický zdroj	92,85	7,15	1,15
motor	64,36	35,64	5,34
převodovka	22,54	77,46	7,47
rohatka	62,62	37,38	0,81
MO (celková účinnost)	8,43	91,57	14,76

4.6.5.1 Zhodnocení

Analýza účinnosti slouží zejména k:

- porovnání jednotlivých MO – kontrola kvality výroby
- porovnání konstrukčních úprav
- jako ukazatel opotřebování jednotlivých dílů během životnosti výrobku

Jak je z tab. 6 zřejmé, největší ztráty vznikají na převodovce, kterou by bylo vhodné nahradit kvalitnější, pokud bychom chtěli vylepšit celkovou účinnost. Naopak nejlepší účinnost měl elektronický zdroj.

Jak je z tab. 6 patrné, při ručním pohonu MO se spotřebuje méně energie než při elektrickém pohánění. Při ručním pohánění vytváříme moment pouze na „Handlu“, který je spojen s rohatkou. Neuplatňují se tedy ztráty v ostatních částech MO.

Pokud se podaří zvýšit celkovou účinnost, pak MO při chodu odebírá nižší proud.

5 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

V průběhu odborné praxe jsem využil mnoho cenných znalostí získaných na VŠB – TU Ostrava.

Nejvíce jsem využil znalosti z předmětů prvního ročníku- Elektrická měření a Fyzika 1. Z elektrických měření se především jednalo o práci se 4 kanálovým osciloskopem, multimetry a popřípadě s analogovými ampérmetry a měřicími transformátory proudu. Z fyziky jsem využil především znalostí z mechaniky, jelikož se velmi často prováděla měření neelektrických veličin.

Z předmětů druhého ročníku lze zmínit Techniku vysokých napětí, kde bylo využito základních vědomostí o zkouškách elektrické pevnosti zařízení a především předmět Elektrické přístroje, jelikož OEZ patří mezi přední výrobce jisticích přístrojů.

6 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

Největším zjištěným nedostatkem byla jednoznačně slabá znalost angličtiny. OEZ je od roku 2007 ve vlastnictví společnosti Siemens a vývoj nových výrobků probíhá ve spolupráci se Siemens Amberg. Tento nedostatek se ukázal jako největší problém během celé mé praxe. Výstupy ze zkoušek musely být psány anglicky, dále se člověk denně setkával s technickými specifikacemi rovněž v angličtině. Občas však bylo nutné se i dorozumět, když kolegové z Německa dojeli na zkoušky nebo když se konala online konference nad provedenými zkouškami. I když jsem až od vysoké školy angličtinář - začátečník, zkušenosti v OEZ mně ukázaly nepostradatelnost angličtiny v praxi.

Druhý, avšak už méně závažný problém byla malá manuální zručnost. Cvičení manuální zručnosti je sice výsadou učilišť, ale dle mého názoru by nebylo na škodu tomuto věnovat alespoň jeden předmět za celé studium na VŠ.

Byla však i docela škoda, že jsme ve škole neměli předmět zabývající se elektromagnetickou kompatibilitou. Zkoušky EMC jsou v dnešní době velmi důležité převážně díky použití polovodičových měničů. Tyto zkoušky se však provádí i na motorových pohonech a díky neznalosti základů jsem tyto zkoušky nemohl vykonávat.

7 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Během odborné praxe jsem vykonával přípravu zkoušek, samotné provádění a písemné zpracování výsledků ve formě protokolu. Tyto podklady pak byly určeny pro konstruktéry, kteří vyvíjí a zlepšují nové výrobky.

V rámci této práce jsem pak zpracoval srovnání měřicích metod z hlediska přesnosti, jelikož asi v polovině mé praxe se přešlo na novou metodu měření dráhy. Pro obohacení této bakalářské práce jsem určil výpočetem z naměřených hodnot účinnosti MO - jeho jednotlivých částí a celkovou účinnost. Těchto výsledků může být využito pro zlepšení parametrů motorového pohonu.

I když jsem byl během praxe organizačně zařazen pod oddělení zkoušek motorových pohonů, tak jsem získal částečnou představu i o fungování výroby a ostatních částí firmy.

Závěrem lze říct, že zkušenosti a cenné rady odborníků z OEZ výrazně přispěly k mému odbornému formování. Zkušenost z praxe jednoznačně ukázala, jak je velice důležité, aby studenti během studia pochopili do hloubky probíranou látku a aby si byli schopni poradit s technickými problémy, se kterými se budou muset v praxi dennodenně vypořádat. Velice důležité je, aby člověk nacházel co možná nejjednodušší řešení problémů a aby problémy řešil tak, aby bylo řešení vytvořeno co možná nejrychleji a nejefektivněji.

LITERATURA

- [1] OEZ. *Wikipedie*. [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/OEZ>
- [2] Produkty OEZ. *OEZ*. [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.oez.cz/produkty>
- [3] PDR-2A /UNI. *ELKO EP*. [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://eshop.elkoep.cz/pdr-2a-uni-detail-0A00000101.aspx>
- [4] ČSN EN 60 947-1. *Spínací a řídicí přístroje nn-Část 1:Všeobecná ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [5] MACH, Veleslav. *Technika vysokého napětí*. 2., přeprac. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006, 111 s. ISBN 80-248-1161-8.
- [6] TMLS-05A-02. *Jirka&spol*. [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.jirkaspol.cz/tmls-05a-02.html>
- [7] DVORSKÝ, Richard a Jaroslav FOUKAL. *Fyzikální měření*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2007. ISBN 978-80-248-1321-9.
- [8] BIČOVSKÁ, Blanka. *Elektrická měření*. Ostrava: VŠB-TUO, 2007, 97 s. ISBN 978-80-248-1480-3.
- [9] BARTUŠEK, Karel, Eva GESCHEIDTOVÁ, Radek KUBÁSEK, Jan MIKULKA, Jiří REZ a Miloslav STEINBAUER. *Měření v elektrotechnice*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Brno: VUTIUM, 2010, 212 s. ISBN 978-80-214-4160-6.
- [10] POLAK, Jiri. *Efficiency Measurement of the Motor Operator*. In: *Student EEICT* [online]. 2013 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.feec.vutbr.cz/EEICT/2013/sbornik/03doktorskeprojekty/04silnoprudaeelektrotechnikaeelektroenergetika/07-xpolak22.pdf>
- [11] MIKULEC, Milan a Václav HAVLÍČEK. *Základy teorie elektrických obvodů*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 206 s. ISBN 80-01-02462-82.
- [12] HLUBINA, Petr. *Přednášky z předmětu Fyzika I*. Ostrava, 2011, 82 s. [cit. 2014-02-15] Dostupné z: <http://if.vsb.cz/studijni-materialy.html>